

埼玉大学大学院 学生会員 山本 忠広
 埼玉大学工学部 正会員 山口 宏樹

1. はじめに

近年、土木・建築の分野において次々に巨大な構造物が建設されている。このような構造物は、高強度材料の開発や軽量化によりフレキシブル化しており、地震や風、交通に起因する振動が発生しやすいものとなっている。その振動応答が安全性、使用性を大きく脅かすものとなれば、振動を制御することが重要な問題となってくる。振動を制御する方法としては大きく分けてパッシブ型とアクティブ型が存在するが、装置の規模が小さく固有振動の変化にも対応しやすいアクティブ型の適用例が増えてきている。この様な状況のなかであって、各種制御方法の性能を実験により検証するため、自由度の高い制御実験システムを実験室レベルで構築することが本研究の目的であり、本報告ではその過程で明らかとなった問題点について考察を加えることとする。

2. 実験システム

実験システムを構築するためには、図1のような入出力関係を再現する必要がある。本研究では実験システムを図2に示すようなものとした。つまり、構造物として三層構造模型を配し、外乱は小型振動台 (IMV社製: CVL-30-06)を用いた地盤動を外乱として与える。構造物の状態を知るためのセンサーにはサーボ型速度計を使用し、制御力を決定して命令を発するコントローラーとしてはDSPを核としたパーソナルコンピュータを用いている。また、制御力を発生させるアクチュエーターは、モノキャリアとステッピングモーターを組み合わせている。

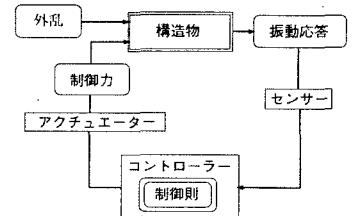


図1 入出力関係

3. 制御予備実験

まず、準備段階での制御実験の結果を図3に示す。この実験は制御器にDSPを用いず、パーソナルコンピュータのCPUとA/D・D/A変換ボードを用いたものである。また、センサーにはポジションセンサを、アクチュエーターには、振り子型AMDを使用している。図は5gal, 1.9Hzの正弦波加速度入力に対し、制御効果を比較したものである。少なからず制御された波形が得られたが、理論どおりの波形ではない。理由としては、ポジションセンサの計測誤差、制御器での適切な制御力生成、アクチュエーターでの制御力実現誤差等が考えられる。このことから、図4に示すコントローラーを含むシステム(図2)を採用するに至っている。

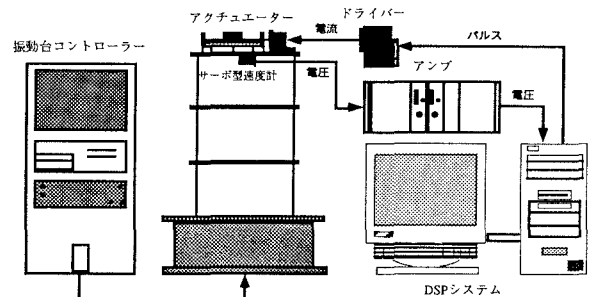


図2 実験システム

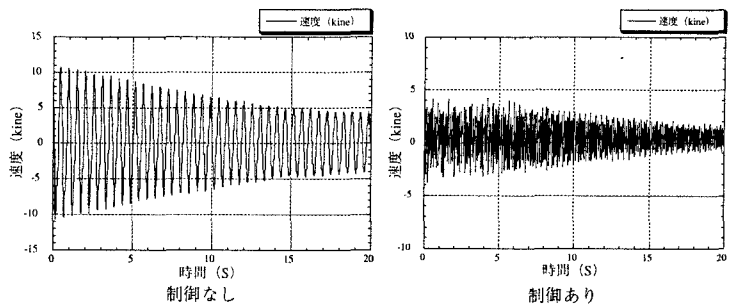


図3 制御実験

4. 各部の詳細

各ハードウェアの詳細は以下の通りである。構造物模型は三層の建物模型であり、各層はアルミ、柱はステンレスでできている。質量は最上層がアクチュ

キーワード : 振動制御・アクティブ制御・模型実験
 連絡先 : 338 浦和市内大久保255 埼玉大学建設工学科構造研究室
 TEL/FAX : 048-858-3552/048-855-9361

エーターや速度計等を取り付けるため重く3.4 kgであり、他の層は0.8 kgである。模型高さは全体で70 cmであり各層間は20 cmとしている。コントローラーはパーソナルコンピュータにDSPボードとA/D・D/A変換ボード（中部電機社製：ADSP324-00, ADSP324-03）を組み込んでいる。DSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）とは、リアルタイムに信号を処理するような数値演算に特化したプロセッサであり、制御力を算出する計算はこのプロセッサ上においてなされる。制御器を実現するソフトウェアとしては、次のようなものを使用する。MATLAB: SIMULINK: RealTimeWorkshop (MathWorks社製), Cコンパイラ (TEXAS Instruments社製), RealtimeMonitor (中部電機社製) を用いた。図5に示す通り、MATLAB/SIMULINKブロック線図により制御プログラムを作成し、次にRealTimeWorkshopでブロック線図をC言語に変換した後、Cコンパイラでコンパイル・リンクして実行形式のファイルをDSPに実装する。さらにそれをRealTimeMonitorによって実行している。制御力を作り出すアクチュエーターには、モノキャリア (NSK社製：MCM05) とステッピングモーター (オリエンタルモーター社製：UPD-544N) を組み合わせており (図6)、可動部の質量は50.0 gであり2 Hzで0.1 Nの制御力を生み出すことができる。(図6)

5. 信号の流れ

実験システムの信号の流れとしては、模型の振動を模型の最上層に取り付けたサーボ型速度計で感知し電圧の変化をアンプへ送る。アンプで増幅された電圧は、DSPシステムのA/D変換部でデジタル量に変換されDSPに実装された制御プログラムに送られる。このデータから制御プログラムは必要な制御力を算出しD/A変換部よりそれに見合った数のパルスが発生させる。そしてモーターのドライバーがその数のパルス分だけの電流を流すことによりステッピングモーターを回転させる。

6. 振動実験

システムの妥当性をチェックするための第一段階として模型の動特性を調べるために振動実験を行った。実験方法は最上層に初期変位を与える自由振動法による。実験当初得られたデータは、図7に示す通りノイズを多く混入したデータであったため、ノイズ対策として1) ノイズ発生源となる機器とケーブルとの再配置、2) 各機器間のケーブルのシールド化、3) 入力側へのノイズフィルタを取り付け等を施した。これらの処置により、図8に示すようにほぼノイズのないデータが得られるようになった。

7. まとめ

アクティブ制御を行うための実験室レベルでのシステムの構築の試みについて報告した。現時点で制御をするためのプログラムが完成しておらず、実際に制御実験を行うには至っていない。今後、種々の制御則を適用した制御性能比較実験を行う予定である。

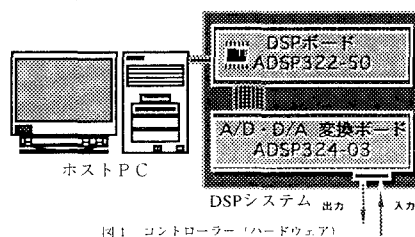


図4: コントローラー (ハードウェア)

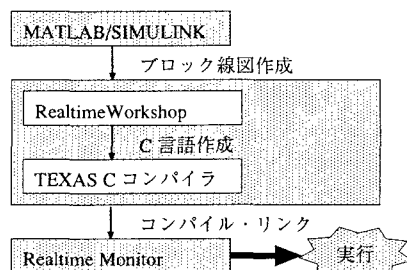


図5: ソフトウェアの構成



図6: アクチュエーター

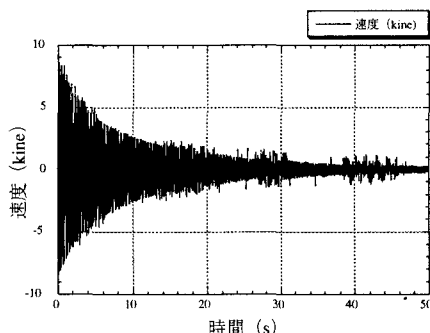


図7: 対策前のデータ

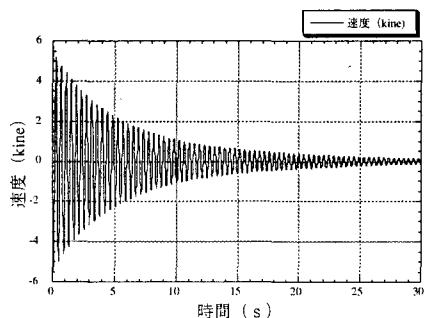


図8: 対策後のデータ